

**UJI MASA SIMPAN KUALITAS MINYAK HASIL
EKSTRAKSI BIJI BUAH BINTARO (*Cerbera manghas* L)
SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL**

**TRIAL STORAGE TIME FROM QUALITY
OF BINTARO (*Cerbera manghas* L) SEEDS
EXTRACTION OIL AS BIODIESEL MATERIAL**

Ponco Prabowo¹, Rudianda Sulaeman², Evi Sri Budiani²
Forestry Departement, Agriculture Faculty, University of Riau
Address Bina Widya, Pekanbaru, Riau
(Poncoprabowo92@gmail.com)

ABSTRACT

Saving bintaro oil can make damage because hidrolisis and oxidation process. Demage oil could know by increasing of free fatty acid degree and water content degree. Storage time influence quality of bintaro seeds extraction oil for biodiesel material. This research using Randomized Complete Block Design (RCBD) consist of five (5) treatmens and three (3) replication. The result of research showed quality of bintaro oil is influenced by storage time. If storage time is longer, quality of bintaro oil will be low. During storage time, free fatty acid degree of bintaro oil had increased. The oil with A0 treatment including refined oil, the oil with A1 treatment including low free fatty acid oil and the oil with A2 (14 days), A3 (21 days), A4 (28 days) treatment including high free fatty acid oil.

Keywords : storage time, bintaro seeds extraction, biodiesel material

PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu energi yang digunakan oleh masyarakat Indonesia. Keterbatasan sumber daya alam dan meningkatnya permintaan konsumen mengharuskan pengembangan energi alternatif. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki banyak kelebihan adalah bioenergi, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel didefinisikan sebagai bahan bakar mesin diesel yang berasal dari minyak nabati terbarukan. Biodiesel diproduksi dari minyak murni melalui proses transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Faktor internal merupakan kondisi yang berasal dari minyak,

seperti kandungan air dan Asam Lemak Bebas (ALB), sedangkan faktor eksternal merupakan kondisi yang tidak berasal dari minyak meliputi rasio molar methanol terhadap minyak, jenis katalis, suhu reaksi, waktu reaksi dan kecepatan pengadukan. Kadar ALB maksimum yang memungkinkan proses dapat dihindari adalah 2-3% (Prakoso, 2005). Salah satu sumber minyak nabati yang potensial untuk dijadikan biodiesel adalah tanaman bintaro (*Cerbera manghas* L). Tanaman bintaro bukan merupakan tanaman pangan sehingga penggunaannya sebagai sumber energi tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan, selain itu bintaro sudah banyak dikultivasi sehingga mudah dalam

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Staf Pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

mendapatkan sampel karena tanaman ini dijadikan tanaman reboisasi dan penghias pada pinggir jalan raya.

Penyimpanan minyak hasil ekstraksi biji buah bintaro memungkinkan terjadinya kerusakan minyak akibat proses hidrolisis dan oksidasi. Kerusakan minyak dapat diketahui dengan kadar ALB minyak dan kadar air minyak yang meningkat. Kandungan air dan ALB yang terdapat pada minyak dapat berpengaruh terhadap pembentukan sabun yang akan mengurangi kebasaaan katalis dan membentuk gel yang dapat mempersulit pemisahan dan pengendapan gliserol. Semakin baik kualitas minyak hasil ekstraksi biji buah bintaro, produksi biodiesel lebih ekonomis dan efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh masa simpan minyak hasil ekstraksi biji buah bintaro terhadap kualitas asam lemak bebas minyak bintaro dan untuk mengetahui kadar asam lemak bebas minyak bintaro.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia Fisika Universitas Riau. Penelitian ini dilakukan selama satu bulan yaitu pada bulan Oktober - November 2015.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah parang, kempa hidrolik, kain saring, neraca analitik, botol 100 ml, oven, erlenmeyer, gelas ukur, desikator, magnetic stirrer, hot plate, pipet tetes, buret, cawan penguap, kertas saring, corong, gelas baker, alat tulis, kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air, alkohol, larutan KOH 0,1 N, H₃PO₄, isopropil, indikator PP (phenolphthalein), dan

buah bintaro dengan tingkat kematangan yang matang yaitu berwarna merah.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 kali ulangan, total unit percobaan berjumlah 15. Pelaksanaan penelitian meliputi pengumpulan dan persiapan bahan baku, ekstraksi bahan baku, *degumming*, penyimpanan bahan baku, perhitungan kadar asam lemak bebas, perhitungan kadar air minyak, perhitungan rendemen minyak.

Data hasil pengamatan dianalisa secara statistik dengan sidik ragam dan apabila hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Model linear sidik ragam sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Hasil pengamatan pada suatu percobaan dalam perlakuan penyimpanan minyak ke-i yang mendapat ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

T_i = Pengaruh lama penyimpanan ke-i

ϵ_{ij} = Galat percobaan pada masa simpan ke-i dan pada ulangan ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Minyak Biji Buah Bintaro

Proses pembuatan minyak biji bintaro dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Universitas Riau. Proses pembuatan minyak dari biji buah bintaro menggunakan metode ekstraksi. Metode yang digunakan sangat tergantung oleh bahan yang diekstrak. Bahan yang keras dan memiliki kandungan minyak yang relatif tinggi (diatas 20%) cocok diekstraksi menggunakan metode pengepresan

karena pengepresan menggunakan tekanan memungkinkan sel-sel yang mengandung minyak akan pecah dan minyak keluar dari bahan baku (Anisa, 2011).

Buah bintaro matang yaitu berwarna merah dipisahkan dari kulit dan serabut menggunakan parang, selanjutnya biji dikeringkan menggunakan oven selama dua hari dengan suhu 40°C. Pengeringan bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam biji. Biji kering dicacah menjadi bagian yang lebih kecil untuk memperluas permukaan bidang keluarnya minyak dari sel-sel biji bintaro pada proses pengepresan. Buah bintaro matang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Buah bintaro matang

Minyak biji bintaro yang didapatkan dari hasil ekstraksi masih berupa minyak kotor dimana terdapat kotoran dan senyawa pengotor minyak seperti *gum*, air, fosfatida dan resin sehingga perlu dilakukan proses pemurnian untuk mendapatkan minyak murni. Proses *degumming* dengan larutan asam fosfat sebanyak 0,3% dari bahan baku merupakan tahapan awal untuk memisahkan minyak dari komponen pengotor minyak (Anita, 2011). Proses *degumming* dengan menambahkan asam fosfat adalah proses yang paling banyak dilakukan dalam industri karena biayanya yang lebih murah dan penanganannya lebih mudah (Anita, 2011). Karakteristik minyak biji buah bintaro dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik minyak biji buah bintaro sebelum dan sesudah proses *degumming*.

| Uji | Minyak Biji Bintaro | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Sebelum <i>Degumming</i> | Setelah <i>Degumming</i> |
| Kadar Asam Lemak Bebas (%) | 6,82 | 1,24 |
| Kadar Air (%) | 0,08 | 0,06 |

Berdasarkan hasil karakteristik pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar asam lemak bebas minyak biji bintaro setelah proses *degumming* lebih rendah yaitu 1,24% jika dibandingkan dengan kadar asam lemak bebas minyak sebelum proses *degumming* sebesar 6,82%. Karakterisasi tersebut menunjukkan bahwa minyak sebelum *degumming* memiliki mutu yang kurang baik karena memiliki kadar asam lemak bebas minyak yang lebih besar jika dibandingkan dengan minyak sesudah proses *degumming*. Selain itu, kadar air minyak sebelum proses *degumming* tinggi jika dibandingkan dengan kadar air minyak setelah proses *degumming*. Tingginya kadar asam lemak bebas minyak dan kadar air minyak sebelum proses *degumming* dipengaruhi zat-zat pengotor minyak seperti getah dan lendir yang ikut terbawa minyak pada saat pengepresan. Hal ini sesuai dengan pendapat Endriana (2007) yang menyatakan proses penyaringan yang kurang baik saat pengepresan menyebabkan masih banyaknya getah maupun lendir serta partikel-partikel kotoran yang ikut terbawa ke dalam minyak hasil saringan.

Minyak yang telah melalui proses *degumming* merupakan minyak yang sudah terpisah dari zat-zat pengotor minyak. Minyak hasil

degumming memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan minyak sebelum proses *degumming*. Minyak sebelum dan sesudah proses *degumming* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Minyak biji bintaro sebelum proses *degumming* (a) dan sesudah proses *degumming* (b)

Minyak bintaro hasil pemurnian selanjutnya disimpan. Proses penyimpanan minyak bintaro dapat dilihat pada Gambar 3.



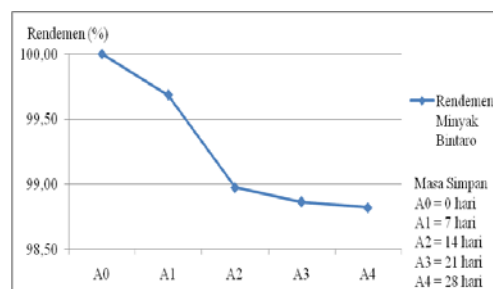
Gambar 3. Penyimpanan minyak bintaro

2. Rendemen Minyak Bintaro

Rendemen minyak merupakan perbandingan bobot minyak setelah mengalami proses penyimpanan terhadap bobot minyak awal. Hasil pengepresan biji bintaro diperoleh rendemen minyak sebanyak 32,14% dari bobot biji kering. Hasil rendemen minyak lebih sedikit jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Anita (2011) bahwa biji bintaro dapat menghasilkan rendemen minyak mencapai (54,33%). Rendahnya rendemen minyak dianalisis karena metode ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya sifat biji dari bahan baku. Hal ini didukung pendapat Anita (2011) yang menyatakan biji bintaro mengandung gum yang kental

sehingga menyulitkan minyak keluar dari biji dan pada saat pengepresan masih terdapat minyak yang tertinggal di bungkil dan alat kempa. Selain itu, rendahnya rendemen minyak disebabkan oleh proses pengeringan biji bintaro menggunakan oven yang memungkinkan minyak keluar dari biji, kemudian penggunaan alat pengempa yang sederhana berupa *hydraulic press* menggunakan tenaga manusia sehingga biji tidak tertekan seluruhnya.

Rendemen minyak selama proses penyimpanan mengalami penurunan. Penurunan rendemen minyak dapat dilihat dari Gambar 4.



Gambar 4. Grafik rendemen minyak bintaro selama penyimpanan.

Hasil pengamatan terhadap rendemen minyak biji buah bintaro dengan masa simpan 28 hari memiliki rendemen minyak yang paling rendah yaitu 98,82%. Semakin lama minyak disimpan, rendemen minyak mengalami penurunan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masa simpan berbeda tidak nyata terhadap rendemen minyak. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata rendemen minyak bintaro selama penyimpanan

| Perlakuan | Rendemen (%) |
|-----------|--------------|
| A0 | 100,00 a |
| A1 | 99,68 ab |
| A2 | 99,97 b |
| A3 | 98,86 b |
| A4 | 98,82 b |

Angka-angka pada setiap baris pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR 5%.

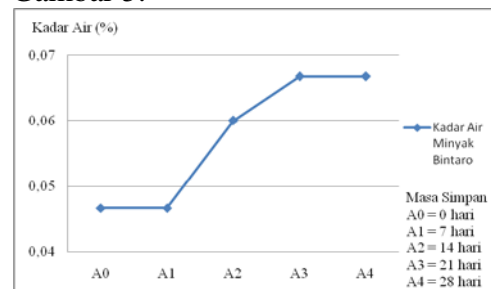
Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata rendemen minyak biji bintaro tanpa masa simpan (A0) yaitu 100% berbeda nyata untuk semua masa simpan masa kecuali masa simpan 7 hari (A1) yaitu 99,68%. Masa simpan minyak selama 7 hari (A1) berbeda tidak nyata dengan masa simpan selama 14 hari (A2), 21 hari (A3) dan 28 hari (A4). Penurunan rendemen minyak selama masa simpan disebabkan oleh proses evaporasi yaitu proses perubahan molekul dalam keadaan cair menjadi gas yang dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Selama penyimpanan, penguapan minyak berlangsung lambat dan kehilangan minyak relatif kecil. Hal ini sejalan dengan pengapat Ketaren (1985) yang menyatakan minyak dapat menguap pada suhu kamar dan penguapan semakin besar dengan kenaikan suhu. Selain itu, penurunan rendemen bintaro disebabkan karena minyak bintaro bersifat reaktif terhadap oksigen yang didukung faktor eksternal seperti kelembaban, suhu dan temperatur cahaya (Bambang, 2010).

Anisa (2011) mengatakan rendemen biodiesel sangat dipengaruhi oleh kadar FFA sebelum proses transesterifikasi. Minyak yang mengandung asam lemak bebas 10% akan kehilangan rendemen sebesar

30% jika diproses dengan transesterifikasi dan rendemen transesterifikasi dapat ditingkatkan dari 25% menjadi 96% dengan menurunkan kadar asam lemak bebas dan air masing-masing berturut-turut 10% menjadi 0,23% dan 0,2% menjadi 0,02%.

3. Kadar Air Minyak Bintaro

Kadar air minyak merupakan jumlah kandungan air yang terdapat dalam minyak. Kadar air minyak mempengaruhi mutu minyak, semakin tinggi kadar air minyak, maka kualitas minyak semakin rendah. Kadar air yang terdapat dalam minyak menyebabkan proses hidrolisis yang dapat menyebabkan kerusakan minyak. Kadar air yang terkandung pada biji buah bintaro adalah sebesar 34,84%. Kadar air minyak biji bintaro yang dihasilkan dengan cara pengepresan sebesar 0,08%. Kadar air yang terdapat pada minyak biji bintaro selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kadar air minyak bintaro selama penyimpanan

Kandungan air yang terdapat pada minyak bintaro selama masa simpan mengalami peningkatan. Hasil uji laboratorium pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar air minyak paling tinggi adalah minyak dengan masa simpan 21 sampai 28 hari yaitu 0,06%, kadar air minyak yang paling rendah adalah minyak tanpa masa simpan sampai masa simpan 7 hari

yaitu sebesar 0,04%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masa simpan berbeda tidak nyata terhadap kadar air minyak biji. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata kadar air minyak bintaro selama penyimpanan

| Perlakuan | Kadar Air (%) |
|-----------|---------------|
| A0 | 0,046 a |
| A1 | 0,046 a |
| A2 | 0,06 a |
| A3 | 0,066 a |
| A4 | 0,066 a |

Angka-angka pada setiap baris pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rerata kadar air minyak selama penyimpanan berbeda tidak nyata untuk semua masa simpan. Penyimpanan minyak mengakibatkan kenaikan kadar air minyak. Peningkatan kadar air minyak diakibatkan proses hidrolisis yang terjadi pada minyak. Saat proses hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol.

Semakin lama reaksi berlangsung, maka asam lemak bebas yang dihasilkan akan semakin banyak. Hal ini didukung oleh pendapat Bambang (2010) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi percepatan reaksi hidrolisis adalah suhu, kandungan air dan keasaman minyak. Reaksi hidrolisis pada suhu ruang sampai suhu 100°C dipercepat dengan adanya aktivitas mikroorganisme. Reaksi hidrolisis dapat dilihat dari kandungan asam lemak bebas minyak yang meningkat selama masa penyimpanan.

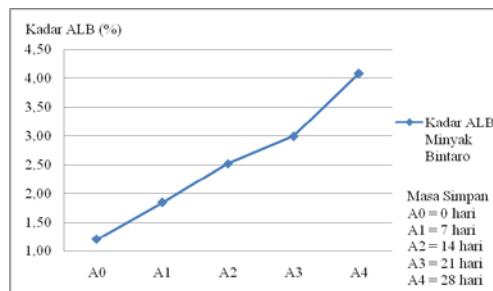
Kandungan asam lemak pada minyak merupakan komponen yang

mempengaruhi sifat dan daya tahan minyak. Minyak yang mengandung lebih banyak asam lemak jenuh lebih mudah terhidrolisis. Kandungan air pada minyak menyebabkan lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi itu dipercepat oleh basa, asam dan enzim-enzim. Proses hidrolisis mudah terjadi pada minyak yang berasal dari bahan dengan kadar air tinggi, hal ini didukung oleh pendapat Anisa (2011) yang menyatakan semakin rendah kadar air, semakin baik kualitas minyak. Kandungan air yang terdapat pada minyak dapat berpengaruh terhadap pembentukan sabun yang akan mengurangi kebiasaan katalis dan membentuk gel yang dapat mempersulit pemisahan dan pengendapan gliserol. Kandungan air yang lebih besar dari 0.3% dapat menurunkan rendemen transesterifikasi minyak.

4. Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Bintaro

Bilangan asam merupakan ukuran dari jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dan didefinisikan sebagai jumlah ml KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram bahan baku. Perubahan jumlah asam lemak bebas minyak selama penyimpanan akan merubah bilangan asam minyak tersebut. Kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dihitung berdasarkan berat molekul asam lemak dominan. Berdasarkan uji GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) dapat diketahui bahwa minyak biji bintaro mengandung asam oleat sekitar 33,01% dan asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh (Endriana 2007). Kadar asam lemak bebas minyak selama

penyimpanan terjadi peningkatan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik kadar asam lemak bebas minyak bintaro selama penyimpanan

Hasil uji laboratorium pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas minyak yang paling tinggi adalah minyak dengan masa simpan 28 hari yaitu sebesar 4,07% dan kadar asam lemak bebas minyak paling kecil adalah minyak tanpa masa simpan yaitu sebesar 1,20%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masa simpan berbeda nyata terhadap kadar asam lemak bebas minyak. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata kadar asam lemak bebas minyak bintaro

| Perlakuan | Kadar Asam Lemak Bebas (%) |
|-----------|----------------------------|
| A0 | 1,20 a |
| A1 | 1,84 ab |
| A2 | 2,51 b |
| A3 | 2,98 bc |
| A4 | 4,07 c |

Angka-angka pada setiap baris pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rerata kadar asam lemak bebas minyak selama masa penyimpanan 0 hari yaitu 1,20% berbeda nyata untuk minyak dengan masa simpan 14 hari sampai masa simpan 28 hari. Minyak dengan masa simpan 14 hari berbeda

tidak nyata untuk minyak dengan masa simpan 7 hari dan 21 hari. Penyimpanan minyak yang terlalu lama mengakibatkan kadar asam lemak bebas yang terkandung didalam minyak mengalami peningkatan. Kenaikan kadar asam lemak bebas minyak diakibatkan karena asam lemak umumnya bersifat reaktif terhadap oksigen dan minyak bintaro yang didominasi asam tidak jenuh oleat mudah mengalami oksidasi sehingga minyak menjadi asam (Bambang, 2010).

Penyebab utama keasaman minyak adalah faktor internal yaitu kandungan asam lemak, keberadaan enzim pemecah lemak (seperti lipase, lipoksidase atau lipoitik) serta keberadaan mikroorganisme seperti bakteri yang dapat menyebabkan keasaman minyak. Ketika faktor internal bertemu dengan faktor eksternal (suhu, kelembaban dan temperatur cahaya) akan terjadi proses oksidasi (Bambang, 2010). Kerusakan oksidasi disebabkan karena terjadinya penambahan molekul oksigen yang dipengaruhi suhu, enzim, katalisator dan udara.

Selain proses oksidasi, kenaikan asam lemak bebas minyak dipengaruhi oleh proses hidrolisis. Menurut Mochamad (2006) pada suhu ruang sampai suhu 100°C reaksi oksidasi oleh udara terhadap asam lemak tidak jenuh pada minyak dipercepat dengan adanya cahaya, kandungan asam dan kelembaban udara,

Sifat-sifat dan daya tahan minyak terhadap kerusakan sangat tergantung pada komponen-komponen penyusunnya, terutama kandungan asam lemak. Minyak yang mengandung asam lemak tidak jenuh cenderung untuk mengalami oksidasi. Salah satu cara untuk mencegah atau

menghambat kerusakan minyak dan lemak yaitu dengan mengemas bahan-bahan tersebut. Syarat-syarat kemasan yang baik digunakan untuk minyak dan lemak adalah dapat mencegah atau mengurangi proses oksidasi oleh oksigen (Mochamad, 2006).

5. Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Buah Bintaro

Proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh kadar asam lemak bebas pada minyak. Minyak dengan perlakuan A0 (tanpa penyimpanan) termasuk kelompok *refined oil* yaitu minyak dengan kadar asam lemak bebas kurang dari 1,5% sehingga dalam proses pembuatan biodiesel hanya memerlukan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi untuk pembuatan biodiesel bisa dilakukan pada perlakuan A1 (penyimpanan 7 hari) yang termasuk kelompok minyak dengan kandungan asam lemak bebas rendah yaitu 1,5-2%. Proses pembuatan biodiesel untuk perlakuan A2 (penyimpanan 14 hari), A3 (penyimpanan 21 hari) dan A4 (penyimpanan 28 hari) harus mengalami proses esterifikasi.

Menurut Knothe (2004) dalam Prihandana (2006) minyak yang memiliki kandungan asam lemak bebas melebihi 2% maka harus melalui tahapan esterifikasi sebelum diproses dengan transesterifikasi. Kadar asam lemak bebas lebih besar dari 2% akan mengakibatkan proses transesterifikasi tidak berjalan sempurna karena asam lemak bebas akan membentuk sabun (reaksi penyabunan). Sabun dapat membentuk emulsi dengan air dan gliserin sehingga pemisahannya menjadi lebih sulit. Pembentukan sabun juga mengurangi perolehan biodiesel, sehingga proses pembuatan

biodiesel harus mengalami 2 tahap yaitu esterifikasi dan dilanjutkan dengan proses transesterifikasi (Anisa, 2011).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Waktu penyimpanan berpengaruh terhadap kualitas minyak biji buah bintaro. Semakin lama waktu penyimpanan, kualitas minyak biji bintaro semakin menurun.
2. Kadar asam lemak bebas minyak biji buah bintaro selama penyimpanan mengalami peningkatan. Minyak dengan perlakuan A0 (tanpa penyimpanan) termasuk minyak *refined oil* dengan kadar asam lemak bebas minyak lebih kecil dari 1,5% dan perlakuan A1 (7 hari) termasuk kelompok minyak dengan kandungan asam lemak bebas rendah yaitu 1,5% - 2%, sehingga dalam proses pembuatan biodiesel menggunakan proses transesterifikasi dan minyak dengan perlakuan A2 (14 hari), A3 (21 hari) dan A4 (28 hari) harus mengalami proses esterifikasi dan selanjutnya proses transesterifikasi.

2. Saran

Rendahnya rendemen minyak biji buah bintaro yang dihasilkan disebabkan adanya minyak yang tertinggal di mesin pada saat pengepresan sehingga perlu penelitian lebih lanjut tentang metode ekstraksi yang baik untuk menghasilkan minyak dari biji buah bintaro.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa. 2011. **Kajian Proses Produksi Biodiesel dari**

**Minyak Biji Bintaro
(*Carbera Odollam* G) dengan
Metode Transesterifikasi.
Repository IPB.**

Anita. 2011. **Kajian Proses
Pemurnian Minyak Bintaro
(*Carbera Odollam* G) sebagai
Bahan Bakar Nabati.
Repository IPB.**

Bambang. 2010. **Pengaruh Jenis
Pengemas dan Suhu
Penyimpanan terhadap
Mutu Biji dan Minyak
Jarak Pagar.** *Repository* IPB.

Endriana D. 2007. **Sintesis Biodiesel
(metil ester) dari Minyak
Biji Bintaro (*Cerbera
manghas* L) Hasil Ekstraksi.**
Kimia Mipa-ui, Depok.

Ketaren, S. 1985. **Minyak Atsiri.** Hal
4-16, 19, 22-34, 44-. Bogor :
IPB

Mochamad Hadi Fadlana. 2006.
**Pengaruh Suhu
Penyimpanan dan Cara
Ekstraksi Virgin Coconut
Oil (VCO) terhadap Mutu
Minyak yang Dihasilkan
Selama Penyimpanan**

Prakoso, T. 2005. **Proses
Pengolahan dan
Pemanfaatan Minyak Jarak
Menjadi Biodiesel pada
Berbagai Skala Industri.**
Kelompok Studi Biodiesel.
Departemen Teknik Kimia
ITB, Bandung.

Prihandana R. 2006. **Menghasilkan
Biodiesel Murah. Mengatasi
Polusi dan Kelangkaan
BBM.** Agromedia Pustaka.
Jakarta.